

AT-NO: JP407022387A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07022387 A

TITLE: DRY ETCHING EQUIPMENT AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR  
DEVICE

PUBN-DATE: January 24, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SATO, SEIICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJITSU LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP05144453

APPL-DATE: June 16, 1993

INT-CL (IPC): H01L021/3065, C23F004/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable an upper electrode plate and a lower electrode plate displaced from each other in position to be easily realigned with each other by a method wherein a sensor mounting hole where an active part or a passive part is mounted and a quartz cover are provided to the upper electrode plate and the lower electrode, respectively.

CONSTITUTION: An optical sensor 4 is mounted on each of four mounting hole 2a provided to the periphery of an upper electrode plate 2, and a light emitting diode 5a is mounted on each of four mounting holes 5a provided to the periphery of a lower electrode plate 5 corresponding to the mounting holes 2a. Quartz covers 3 and 6 are provided to the electrode plates 2 and 5 respectively so as to prevent the optical sensors 4 and the light emitting diodes 7 from being directly exposed to plasma. Before an etching operation is performed, if fixed parts get out of position due to deterioration, the fixed parts are repaired to align the upper electrode plate 2 with the lower electrode plate 5 so as to set all the four light emitting diodes 7 coincident with all the four optical sensors 4 in position.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-22387

(43) 公開日 平成7年(1995)1月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

E 8414-4K

A 8414-4K

H 0 1 L 21/ 302

E

L

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平5-144453

(22) 出願日

平成5年(1993)6月16日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 佐藤 誠一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

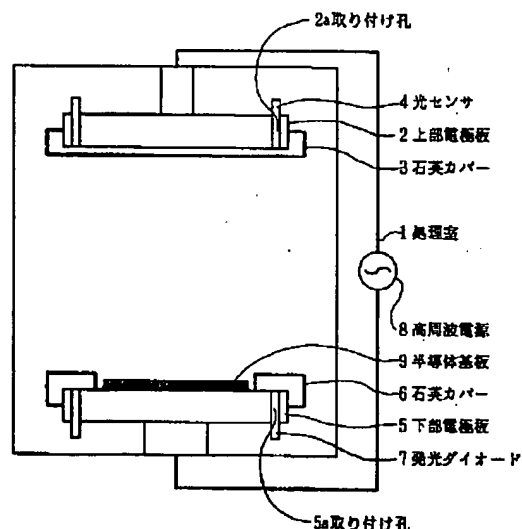
(54) 【発明の名称】 ドライエッチング装置及び半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 ドライエッチング装置の構造の改良に関し、上部電極板と下部電極板との位置ずれを正確に復元することが可能であり、また、ドライエッチング処理中のエッチングレートの変動に対応して反応ガスの組成を制御することが可能となるドライエッチング装置及び半導体装置の製造方法の提供を目的とする。

【構成】 処理室1内の下部には半導体基板9を載置する下部電極板5、上部には前記半導体基板9と対向する上部電極板2を具備し、この上部電極板2とこの下部電極板5との間に高周波電源8により高周波電圧を印加してこの処理室1内に導入した反応ガスをプラズマ化し、この半導体基板9の表面をエッチングするドライエッチング装置において、この上部電極板2に距離測定用の光センサ4取り付け用の取り付け孔2aと石英カバー3を、この下部電極板5に距離測定用の発光ダイオード7取り付け用の取り付け孔5aと石英カバー6を設けるように構成する。

本発明による第1の実施例のドライエッチング装置の概略構造を示す図



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室(1)内の下部には被処理物(9)を載置する下部電極板(5)、上部には前記被処理物(9)と対向する上部電極板(2)を具備し、前記上部電極板(2)と前記下部電極板(5)との間に高周波電源(8)により高周波電圧を印加して前記処理室(1)内に導入した反応ガスをプラズマ化し、前記被処理物(9)の表面をエッチングするドライエッチング装置において、前記上部電極板(2)に距離測定用の受動部品(4)取り付け用の取り付け孔(2a)と石英カバー(3)を、前記下部電極板(5)に距離測定用の能動部品(7)取り付け用の取り付け孔(5a)と石英カバー(6)を設けたことを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項2】 請求項1記載のドライエッチング装置において、前記上部電極板(2)に距離測定用の能動部品(7)取り付け用の取り付け孔(2a)と石英カバー(3)を、前記下部電極板(5)に距離測定用の受動部品(4)取り付け用の取り付け孔(5a)と石英カバー(6)を設けたことを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項3】 絶縁膜とスピノングラス膜とを積層した層間絶縁膜を備えた多層配線を有する半導体装置の前記層間絶縁膜の前記スピノングラス膜をドライエッチングによりエッチバックするドライエッチング装置において、前記絶縁膜のエッチング量と前記スピノングラス膜のエッチング量とをそれぞれ検出する二種類のレーザ光(14a, 19a)を用いるエッチング量検出手段(16, 21)と、該エッチング量検出手段(16, 21)により得られたエッチング量により、前記絶縁膜のエッチング量と前記スピノングラス膜のエッチング量との比を算出し、得られたこのエッチング量の比が一定になるように、供給すべき反応ガスの組成及び供給量を求める演算・制御手段(17, 22)と、を具備することを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項4】 請求項3記載のドライエッチング装置を用いる半導体装置の製造方法であって、前記絶縁膜のエッチング量と前記スピノングラス膜のエッチング量とをそれぞれ検出する二種類のレーザ光を用いてエッチング量を検出し、該エッチング量により、前記絶縁膜のエッチング量と前記スピノングラス膜のエッチング量との比を算出し、得られたこのエッチング量の比が一定になるように、供給すべき反応ガスの組成及び供給量を求めて反応ガスを供給することを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ドライエッチング装置及び半導体装置の製造方法に係り、特にドライエッチング装置の構造の改良に関するものである。

2

【0002】ドライエッチング処理後の半導体基板の表面のエッチング状態の分布を良好に保つためには、ドライエッチング装置の半導体基板を載置する下部電極板と、この下部電極板に対向する上部電極板との位置関係が、正確に平行であり、水平方向に位置ずれしていないことが必要である。

【0003】また、近年の高集積化された半導体装置においては、層間絶縁膜の平坦化をはかるために絶縁膜の表面にスピノングラス膜(以下、SOG膜と略称する)を積層して形成し、このSOG膜をエッチバックする手法が広く用いられているが、このエッチバックを安定して行うことが困難なために満足できる平坦化を行うことができない。

【0004】以上のような状況から、下部電極板と上部電極板とを正確に位置決めし、ドライエッチング処理中に満足できる平坦化を行うことが可能なドライエッチング装置及び半導体装置の製造方法が要望されている。

## 【0005】

【従来の技術】従来のドライエッチング装置及び半導体装置の製造方法について図4～図5により詳細に説明する。

【0006】図4は従来のドライエッチング装置の概略構造を示す図、図5は従来の半導体装置の製造方法を工程順に示す側断面図である。従来のドライエッチング装置は図4に示すように、処理室21内の下部には下部電極板25が設けられ、上部には上部電極板22が設けられており、この両電極に高周波電源28により高周波電圧を印加し、処理室21内に導入した反応ガス、例えば四弗化炭素(CF<sub>4</sub>)と八弗化炭素(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)とアルゴン(Ar)の混合ガスをプラズマ化して下部電極板25の表面に載置した半導体基板9の表面をドライエッチングする装置である。

【0007】従来のドライエッチング装置においては、上部電極板22と下部電極板25の位置合わせを行って装置の据え付けを行った後にドライエッチング処理を行っているが、最も改良された装置でも両電極の間隔を調節できる機能しか備えていない。

【0008】また高集積化された半導体装置を製造する工程においては、層間絶縁膜の平坦化をはかるために図5(a)に示すように下層121の表面にAl合金配線層122をパターニング形成し、その表面に絶縁膜123と膜厚5,000ÅのSOG膜124とを積層して形成し、図5(b)に示すようにこのSOG膜124をエッチバックする手法が広く用いられているが、このエッチバックを行う場合には、ドライエッチングを行う前に予め、絶縁膜123のエッチングレート及びSOG膜124のエッチングレートを測定しておき、絶縁膜123のエッチングレートがSOG膜124のエッチングレートの約2倍になるように、八弗化炭素(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)の流量を設定し、この設定した反応ガスをを用いてエッチバックし、絶縁膜123の表面のSOG膜124の膜厚を図5(c)に示すようにレーザー光を用い

3

てモニターし、このSOG膜124の膜厚が0になった時点で自動的にエッチバックを終了させている。

【0009】この場合には製品としてのパターンを形成していない領域を設け、この領域にレーザー光を照射してSOG膜124の膜厚を測定している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上説明した従来のドライエッチング装置においては、装置据え付け時に両電極の位置を正確に合わせても、ドライエッチング装置の稼働中に上部電極板と下部電極板の固定部分の劣化により両電極の位置が変動し、位置ずれが生じて反応ガスのプラズマ密度が変わることにより、半導体基板の表面のエッチング状態の分布にばらつきが生じるという問題点があった。

【0011】また、高集積化された半導体装置の、絶縁膜の表面にSOG膜を積層して形成した層間絶縁膜の平坦化をはかるためにこのSOG膜をエッチバックする場合には組成を固定して設定した反応ガスを用いてエッチバックしているから、絶縁膜の表面の膜厚の薄いSOG膜がエッチングされて絶縁膜の表面が露出し始めて絶縁膜の露出面積が大きくなると、絶縁膜から放出される酸素の量が増加し、SOG膜のエッチングレートが速くなるので、組成を固定して設定した反応ガスを用いている場合には絶縁膜123のエッチングレートとSOG膜124のエッチングレートとの比率が変動し、SOG膜124のエッチングレートが絶縁膜123のエッチングレートよりも速くなり、絶縁膜123の間のSOG膜124がエッチングされて図5(b)に示すように、絶縁膜の表面よりも低くなり、SOG膜124を用いて平坦化をはかったことが無駄になるという問題点があった。

【0012】本発明は以上のような状況から簡単且つ容易に上部電極板と下部電極板との位置ずれを正確に復元することが可能であり、また、ドライエッチング処理中のエッチングレートの変動に対応して反応ガスの組成を制御することが可能となるドライエッチング装置及び半導体装置の製造方法の提供を目的としたものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のドライエッチング装置は、処理室内の下部には被処理物を載置する下部電極板、上部にはこの被処理物と対向する上部電極板を具備し、この上部電極板とこの下部電極板との間に高周波電源により高周波電圧を印加してこの処理室内に導入した反応ガスをプラズマ化し、この被処理物の表面をエッチングするドライエッチング装置において、この上部電極板に距離測定用の受動部品取り付け用の取り付け孔と石英カバーを、この下部電極板に距離測定用の能動部品取り付け用の取り付け孔と石英カバーを設けるか、或いはこの上部電極板に距離測定用の能動部品取り付け用の取り付け孔と石英カバーを、この下部電極板に距離測定用の受動部品取り付け用の取り付け孔と石英カバーを

4

設けるように構成する。

【0014】また、絶縁膜とSOG膜とを積層した層間絶縁膜を備えた多層配線を有する半導体装置のこの層間絶縁膜のこのSOG膜をドライエッチングによりエッチバックするドライエッチング装置において、この絶縁膜のエッチング量とこのSOG膜のエッチング量とをそれぞれ検出する二種類のレーザー光を用いるエッチング量検出手段と、このエッチング量検出手段により得られたエッチング量により、この絶縁膜のエッチング量とこのSOG膜のエッチング量との比を算出し、得られたエッチング量の比が一定になるように、供給すべき反応ガスの組成及び供給量を求める演算・制御手段とを具備するように構成する。

【0015】本発明の半導体装置の製造方法は、上記のドライエッチング装置を用いる半導体装置の製造方法であって、この絶縁膜のエッチング量とこのSOG膜のエッチング量とをそれぞれ検出する二種類のレーザー光を用いてエッチング量を検出し、このエッチング量により、この絶縁膜のエッチング量とこのSOG膜のエッチング量との比を算出し、得られたこのエッチング量の比が一定になるように、供給すべき反応ガスの組成及び供給量を求めて反応ガスを供給するように構成する。

【0016】

【作用】即ち本発明においては、ドライエッチング装置の上部電極板に受動部品或いは能動部品を取り付けるセンサ取り付け孔と石英カバーを、この下部電極板に能動部品或いは受動部品を取り付けるセンサ取り付け孔と石英カバーを設けているので、上部電極板と下部電極板の相対位置のずれをこれらの能動部品と受動部品を用いて測定し、もし位置ずれが検出された場合には、これらの能動部品と受動部品を用いて上部電極板と下部電極板とを正確な位置に復元して良好なドライエッチングを行うことが可能となる。また、ドライエッチング装置に絶縁膜のエッチング量とSOG膜のエッチング量とをそれぞれ検出する二種類のレーザー光を用いるエッチング量検出手段と、このエッチング量検出手段により得られたエッチング量により、この絶縁膜のエッチング量とSOG膜のエッチング量との比を算出し、得られたこのエッチング量の比が一定になるように、供給すべき反応ガスの組成及び供給量を求める演算・制御手段を具備しているので、絶縁膜のエッチング量とSOG膜のエッチング量とをそれぞれ検出し、このエッチング量により、この絶縁膜のエッチング量とSOG膜のエッチング量との比を算出し、得られたこのエッチング量の比が一定になるように、供給すべき反応ガスの組成及び供給量を求めて反応ガスを供給するので、絶縁膜の面積とSOG膜の面積との比率の変動によりSOG膜のエッチングレートと絶縁膜のエッチングレートの比が変動した場合においても、適正なエッチングを行うことが可能となる。

【0017】

5

【実施例】以下図1～図3により本発明の一実施例について詳細に説明する。図1は本発明による第1の実施例のドライエッチング装置の概略構造を示す図、図2は本発明による第2の実施例のドライエッチング装置の概略構造を示す図、図3は本発明の半導体装置の製造方法に用いるモニターの構成を示す側断面図である。

【0018】本発明による第1の実施例のドライエッチング装置は図1に示すように、処理室1内の下部には下部電極板5が設けられ、上部には上部電極板2が設けられており、この両電極に高周波電源8により高周波電圧を印加し、処理室1内に導入した反応ガス、例えば四弗化炭素(CF<sub>4</sub>)と八弗化炭素(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)とアルゴン(Ar)の混合ガスをプラズマ化して下部電極板5の表面に載置した半導体基板9の表面をドライエッチングする装置である。

【0019】本発明による第1の実施例のドライエッチング装置においては、上部電極板2の周辺部の4箇所に形成した取り付け孔2aに光センサ4を、この取り付け孔2aに対応した下部電極板5の周辺部の4箇所に形成した取り付け孔5aに発光ダイオード7を設けている。

【0020】これらの上部電極板2及び下部電極板5には、石英ガラスからなる石英カバー3及び6を設けてこれらの光センサ4や発光ダイオード7がプラズマに直接曝されないように保護している。

【0021】エッチング処理を行う前に、この4箇所の発光ダイオード7と光センサ4の位置がすべて一致しているかどうかをチェックし、固定部が劣化してずれている場合には上部電極板2及び下部電極板5を正しい位置に復元して4箇所の発光ダイオード7と光センサ4の位置がすべて一致するように固定部の修復を行った後にエッチング処理を行うようにする。このようにすれば、上部電極板2と下部電極板5の位置ずれに起因するエッチング量のばらつきを減少させることが可能となる。

【0022】本実施例においては光を用いたが、レーザ或いは超音波を用いることも可能である。本発明による第2の実施例のドライエッチング装置は図2に示すように、処理室11内の下部には下部電極板15が設けられ、上部には上部電極板12が設けられており、この両電極に高周波電源18により高周波電圧を印加し、処理室11内に導入した反応ガス、例えば四弗化炭素(CF<sub>4</sub>)と八弗化炭素(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)とアルゴン(Ar)の混合ガスをプラズマ化して下部電極板15の表面に載置した半導体基板9の表面をドライエッチングする装置である。

【0023】本発明による第2の実施例のドライエッチング装置においては、上部電極板12の周辺部の2箇所に絶縁膜のエッチング量を測定するレーザ測長器14及びSOG膜のエッチング量を測定するレーザ測長器19を設けている。

【0024】これらのレーザ測長器14及び19から出されたレーザ光14a及び19aを下部電極板15に載置した半導

6

体基板9の表面に照射し、半導体基板9の表面の絶縁膜及びSOG膜のエッチング量をレーザ測長装置16及び21により測定する。

【0025】測定したこのエッチング量により、絶縁膜のエッチング量とSOG膜のエッチング量との比を演算・制御装置17及び22で算出し、得られたこのエッチング量の比が一定になるように、供給すべき反応ガスの組成及び供給量を求めて反応ガスの供給を制御する。

【0026】このようにレーザ測長器を用いて絶縁膜とSOG膜のエッチング量を測定しながら、反応ガスの組成及び流量を制御するのに用いるモニターの構成について、図3により詳細に説明する。

【0027】図3(a)に示す第1のモニターにおいては、下層91の表面に形成した絶縁膜93の表面が露出するまではSOG膜94のみをエッチングし、絶縁膜93の表面のSOG膜94が部分的になくなり、SOG膜94と絶縁膜93の面積比が変化するようになれば、レーザ光14a及び19aにより、レーザ測長装置を用いて絶縁膜93とSOG膜94のエッチング量を測定し、得られたこのエッチング量の比が一定になるように、エッチングガスの組成及び流量を演算・制御装置17及び22を用いて制御してエッチングを行うから、従来の一定の組成のエッチングガスを用いる場合のように、SOG膜のエッチングレートが絶縁膜のエッチングレートよりも速くならないので、絶縁膜の間のSOG膜がオーバーエッチングされることがなくなる。

【0028】図3(b)に示す第2のモニターにおいては、下層101の表面に形成した絶縁膜103の表面が露出しているため、第1のモニターの場合の後半と同様に制御し、SOG膜104のオーバーエッチングを防止することが可能となる。

【0029】図3(c)に示す第3のモニターにおいては、下層111の表面にAl合金の配線層112を形成し、このAl合金配線112の表面に絶縁膜113を凸状に形成し、その表面にSOG膜114を形成している。

【0030】この場合には、絶縁膜113の表面が速く露出し、絶縁膜113の凸部の間にSOG膜114が残存するので、エッチングレートの制御精度は他の場合に比して僅かではあるが低下する。

【0031】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば極めて簡単な構造の改良を行ったドライエッチング装置を用いることにより、上部電極板と下部電極板の位置を正確に合わせればばらつきのないエッチングを行うことが可能であり、また、絶縁膜の表面に形成したSOG膜のエッチバックを適正に行うことが可能となる等の利点があり、著しい経済的及び、信頼性向上の効果が期待できるドライエッチング装置及び半導体装置の製造方法の提供が可能である。

【図面の簡単な説明】

7

【図1】 本発明による第1の実施例のドライエッチング装置の概略構造を示す図

【図2】 本発明による第2の実施例のドライエッチング装置の概略構造を示す図

【図3】 本発明の半導体装置の製造方法に用いるモニターの構成を示す側断面図

【図4】 従来のドライエッチング装置の概略構造を示す図

【図5】 従来の半導体装置の製造方法を工程順に示す側断面図

【符号の説明】

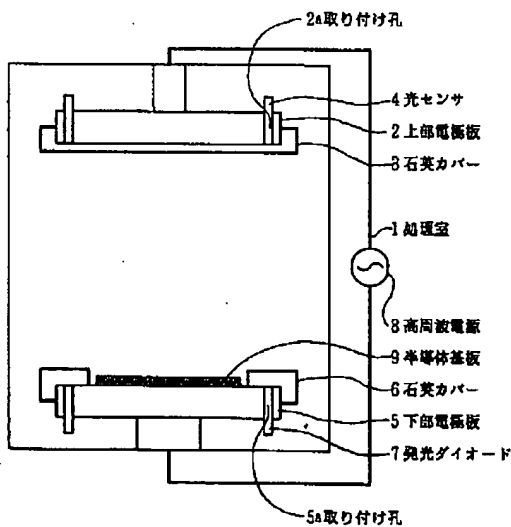
- 1,11 処理室
- 2,12 上部電極板
- 2a 取り付け孔
- 3,13 石英カバー
- 4 光センサ
- 5,15 下部電極板
- 5a 取り付け孔
- 6 石英カバー
- 7 発光ダイオード

- 8,18 高周波電源
- 9 半導体基板
- 14 レーザ測長器
- 14a レーザ光
- 16 レーザ測長装置
- 17 演算・制御装置
- 19 レーザ測長器
- 19a レーザ光
- 21 レーザ測長装置
- 22 演算・制御装置
- 101 下層
- 93 絶縁膜
- 94 SOG膜
- 101 下層
- 103 絶縁膜
- 104 SOG膜
- 111 下層
- 112 配線層
- 113 絶縁膜
- 20 114 SOG膜

8

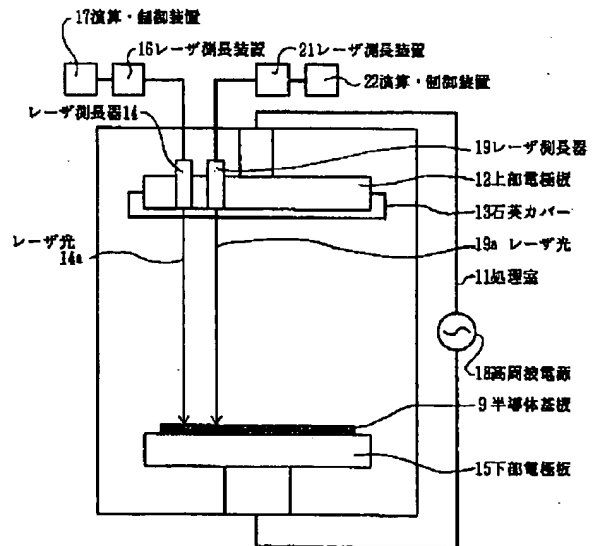
【図1】

本発明による第1の実施例のドライエッチング装置の概略構造を示す図



【図2】

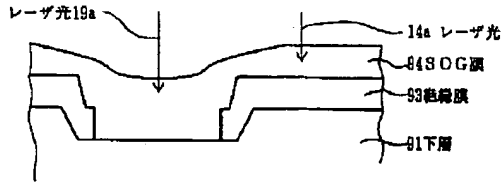
本発明による第2の実施例のドライエッチング装置の概略構造を示す図



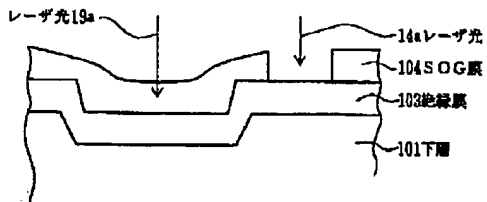
【図3】

本発明の半導体装置の製造方法に用いるモニターの構成を示す側断面図

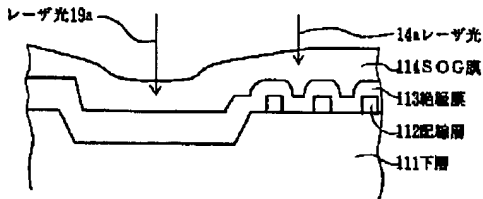
(a) 第1のモニターを示す側断面図



(b) 第2のモニターを示す側断面図

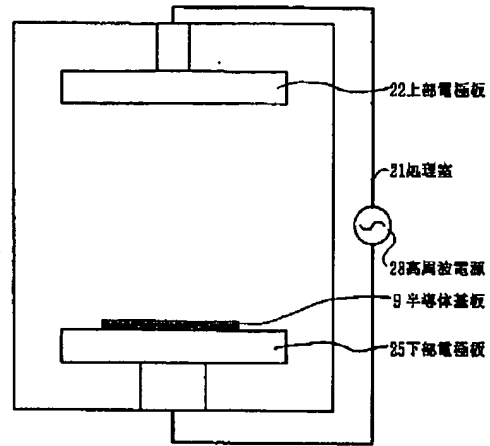


(c) 第3のモニターを示す側断面図



【図4】

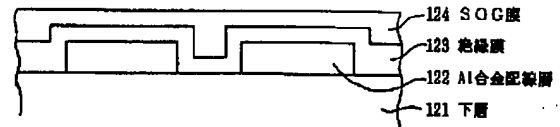
従来のドライエッチング装置の概略構造を示す図



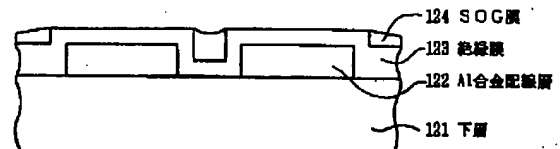
【図5】

従来の半導体装置の製造方法を工程順に示す側断面図

(a) Al配線層(122)、絶縁膜(123)の形成及びSOG膜(124)の形成



(b) SOG膜(124)のバックエッチング



(c) レーザ光による膜厚のモニター状況を示す側断面図

